

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ÉGYPTOLOGIE - 130

Juin 1994

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ÉGYPTOLOGIE
COLLÈGE DE FRANCE
Place Marcelin-Berthelot, 75231 Paris Cedex 05

ISSN 0037-9379

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ÉGYPTOLOGIE

RÉUNIONS TRIMESTRIELLES
COMMUNICATIONS ARCHÉOLOGIQUES

N° 130 Juin 1994

ASSEMBLÉE ORDINAIRE DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ÉGYPTOLOGIE

13 Juin 1994

L'Assemblée Ordinaire s'est réunie à 17 heures, sous la présidence de M. Jean Vercoutter, président, assisté de M. Jean-Philippe Lauer et de M. Jean Leclant, vice-présidents.

Compte-rendu de la précédente Assemblée Ordinaire

Mme Véronique Laurent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la précédente Assemblée Ordinaire du 19 mars 1994 (BSFE 129), aucune observation n'est formulée.

Membres excusés

Le Docteur Maurice Bucaille, Mlle Sylvie Caroff, M. Robert Charles, M. Pierre Combalbert, Mme Brigitte Demésy, Mme Vera V. Droste, le Professeur Nicolas Grimal, M. Georges Goyon, le Dr. Didier Hagenmüller, le Professeur Heerma van Voss, Mme Françoise Gutman, M. Arpag Mekhitarian, le Professeur Jean Murat, M. Bernard Poyau, Mme Marie-José Tachon-Sudrie, M. Roland Tefnin, Mme Nadège Triay, M. Eric Van Essche-Merchez, M. Pierre Viaud, Mme Christiane Ziegler.

Nouveaux membres

Mme Leonor Barrera, M. Roger Belezy, M. Jean-Claude Blondeau, M. Marc Bosquet, M. René Bourgau, M. Jean-François Boussely, Mlle Monica Caselles, M. André Charlier, M. Jean-François De Almeida, Mme Marie-Ange Faugerolas, M. Alejandro Fernandez, Mme Rose Fino, M. André Gouiran, M. Hervé Le Guen, Mlle Charlotte Maury, Mme Geneviève de Monteynard, M. Bernard

Paubel, M. André Petitclerc, Dr. Ronald Rosenblatt, Mme Joy Soulé-Nan, Mme Luz Vignon, l'Université de Lublin, l'Université de Marburg.

Nouvelles de la Société

Au cours des mois prochains, les travaux effectués par le Collège de France ne permettront plus d'avoir accès à la salle 8 où ont lieu d'habitude les assemblées de la SFE. Le bureau se préoccupe de remédier à cette situation; la prochaine séance aura lieu en octobre à une date non encore précisée, dans un lieu différent. Les membres de la SFE seront avertis en temps utile.

Nouvelles de l'Égyptologie

En France:

— Exposition sur «*La donation Rochemonteix — des donateurs d'hier aux donateurs d'aujoud'hui*» à la Maison d'Issoudun et du Berry du 26 avril au 6 juin 1994. Le Marquis de Rochemonteix naquit en 1849 à Clermont-Ferrand, il mourut dans sa 43ème année en 1891 à Paris. Arabisant et Africaniste il vint tard à l'Égyptologie. Il fut l'élève de Maspero et le collaborateur de Mariette. On lui doit la publication du premier tome des *Textes du temple d'Edfou* dont Chassinat assura la suite.

— A l'Association France-Égypte, le jeudi 16 juin au Musée Guimet, Mme Desroches-Noblecourt fera une conférence sur le thème «Temples, oasis et musée de la Nubie égyptienne»

— Le Musée Champollion de Figeac organise une exposition du 25 juin au 25 septembre sur «Ismaïlia et le canal de Suez». A cette occasion le Président signale la parution du IIème volume des Cahiers du Musée Champollion, édités par M. Michel Dewachter.

— Le lundi 19 septembre à l'Auditorium du Musée du Louvre, Jacques Reinold et Brigitte Gratien parleront des «Fouilles françaises au Soudan». Cette conférence s'associe à la VIIIème Conférence des Études Nubiennes que se tiendra à Lille du 11 au 16 septembre et s'achévera à Paris le 17. A propos de la Nubie vient de paraître: *Ancient Nubia-Egypt's Rival in Africa* de David O'Connor, Philadelphie 1993 et la revue *Expedition* de l'Univer-

sité de Philadelphie consacre son volume 35, n° 2 de 1993 à la *Nubie, Une ancienne civilisation africaine* (en anglais).
Il semblerait que le journal du Service de Antiquités du Soudan «*KUSH*», arrêté depuis 1967, aurait fait paraître son tome 16.

— Le 14 octobre, à l'Auditorium du musée du Louvre, le Dr. Paolo Moro évoquera la restauration par l'Institut Paul Getty de la tombe de Nefertari dans la Vallée des Reines.

A l'étranger

— L'Université du Pays de Galles organise un cours d'été sur «Akhenaton le pharaon hérétique» à Cardiff du 4 au 8 juillet 1994.

— Le Professeur David O'Connor donne un cours au British Museum, à Londres, le mercredi 20 juillet sur «Abydos, ville d'Osiris». Ce cours sera suivi d'un colloque sur «Le temps en Égypte ancienne» les 21 et 22 juillet.

— À Oxford le samedi 1er octobre une journée d'études sera consacrée à l'art égyptien avec la participation des Prs. et Drs. Baines, Harpur, Strudwick et Helen Whitehouse.

TARIF DES COTISATIONS
pour 1994

Membres donateurs .... à partir de 1000 francs

Membres bienfaiteurs .... 430 francs
(avec service gratuit de la Revue d'Égyptologie)

Membres titulaires .... 180 francs

Membres étudiants .... 100 francs
(avec justificatif)

Libeller les titres de paiement au nom de:
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ÉGYPTOLOGIE
C.C.P: Paris 2093 33 S ou par chèque bancaire

LE COMPLEXE FUNÉRAIRE DE RADJEDEF A ABOU-ROASCH: ÉTAT DE LA QUESTION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHES

Michel VALLOGGIA
Genève

Troisième souverain de la IVème dynastie, le roi Radjedef (anciennes lectures Djedefrê, Didoufrî, etc...)[1] succéda, vers 2580 av. J.-C.[2], à Chéops et précéda ainsi les règnes de Chephren et de Mykerinos. Pendant longtemps, les historiens ont hésité sur la place qu'il convenait d'attribuer à Radjedef au sein de la IVème dynastie[3]. Mais, en 1925, la publication, par H. Gauthier[4], d'un linteau de porte provenant du mastaba de Nesoupounetjer (Vème dynastie) à Gîza, venait confirmer l'exactitude du classement enregistré par la tradition annalistique ramesside.

Cette leçon du canon royal s'est encore trouvée validée par la liste royale du Moyen Empire, découverte en 1949 par F. Debono au Ouadi Hammamat[5] et par la série des graffites de carriers,



Fig. 1. — Vue en direction du Sud de la colline d'Abou-Roasch, avec sa chaussée d'accès, depuis le Ouadi Qaren (cliché A. Lecler, IFAO, 1994).

peints sur les blocs de la fosse qui abritait la barque funéraire de Chéops. Ces derniers témoignages, relevés en 1954, attribuaient, sans équivoque, à Radjedef, l'enterrement de son père Chéops[6].

Pour l'édification de son propre complexe funéraire, Radjedef avait choisi un éperon rocheux, qui domine Gîza et toute la vallée du Nil. Son accès avait été rendu possible par l'aménagement d'une colline naturelle, sur une distance de plus de 1500 mètres (Fig. 1). Il s'agit là de la chaussée monumentale la plus importante construite durant l'Ancien Empire. Aujourd'hui, cette zone archéologique, désignée sous le nom d'Abou-Roasch, par référence au village voisin, est localisée à environ huit kilomètres au Nord-Ouest du plateau de Gîza. Au départ du Caire, le site est accessible soit par la route du désert, reliant la capitale à Alexandrie, soit par une voie agricole, transitant par Kerdassa.

Cette pyramide royale, connue de longue date, fit l'objet de nombreuses descriptions, observations et investigations. On rappellera ici, pour mémoire, les noms de G. Caviglia, de J. G. Wilkinson, de H. Vyse, les travaux de J. S. Perring, en 1838[7] et les relevés de l'expédition de R. Lepsius, durant l'hiver 1842-43[8]. A l'occasion d'un *survey* des pyramides, entre 1880 et 1882, Fl. Petrie fit pratiquer un sondage à l'intérieur de la pyramide d'Abou-Roasch. Dans son compte rendu, Fl. Petrie mentionnait l'importance des destructions subies par ce monument, longtemps utilisé comme carrière et, notamment, à l'époque de Méhémet Aly. La dégradation de cette pyramide s'était vraisemblablement accentuée au moment des travaux de Petrie, puisque ce dernier, confrontant les dessins de Perring à l'état du site, déplorait la disparition progressive du monument qui, durant l'inondation, continuait d'être débité à raison de trois cents charges de chameaux par jour![9] (Fig. 2).

L'intervention de l'Institut français d'Archéologie orientale, en 1900, mit opportunément un terme à cette exploitation. Une première campagne, dirigée par E. Chassinat, de décembre 1900 à avril 1901, visa au dégagement partiel de la face orientale de la pyramide, dans la perspective de la mise au jour d'un espace cultuel, généralement adjacent à la sépulture elle-même. La fouille révéla, effectivement, la trace de constructions et des fragments



Fig. 2. — Vue en direction du Sud-Ouest de la superstructure de la pyramide de Radjedef, à Abou-Roasch, (cliché A. Lecler, IFAO, 1994).

d'inscriptions (Fig. 3). C'est donc à partir de ces trouvailles que l'attribution du complexe funéraire au roi Radjedef fut assurée. Durant leurs travaux, les fouilleurs ne manquèrent toutefois pas de relever que l'état des structures portait les stigmates d'un acharnement destructeur sans égal[10]. Celui-ci s'était particulièrement manifesté autour d'une cour dallée, aménagée devant la face orientale de la pyramide, et dans les constructions en briques crues, édifiées à la périphérie de cet espace ouvert. Ce fut précisément à l'intérieur de ces structures que la mission retrouva les restes de nombreuses statues. Enfin, au Sud de cette cour, E. Chassinat dégagea une fosse naviforme, dont les déblais recelaient la célèbre tête de Didoufrî, aujourd'hui conservée au Musée du Louvre (Inv. E. 12.626).

En 1902, une seconde saison fut partiellement consacrée à l'extension du secteur précédemment fouillé. À cette occasion, un nouveau tissu de murs en briques crues fut dégagé et identifié comme lieu de stockage d'offrandes et comme habitat (Fig. 4). En marge de ces travaux, E. Chassinat fit également procéder à



Fig. 3. — Vue en direction du Sud-Est des constructions orientales de la pyramide de Radjedef à Abou-Roasch, avec le temple funéraire, la fosse naviforme et les ruines de la maison de fouille (cliché A. Lecler, IFAO, 1994).

Fig. 4. — Vue en direction du Nord-Est des constructions orientales de la pyramide de Radjedef à Abou-Roasch, avec le temple funéraire, la fosse naviforme (en haut, à droite) et l'aire des magasins (à gauche). (Cliché A. Lecler, IFAO, 1994).

plusieurs investigations, disséminées sur l'étendue de la concession, mais dont la finalité était étrangère à la connaissance de l'économie du complexe funéraire de Radjedef[11]. Ces reconnaissances préliminaires furent évidemment à l'origine des projets ultérieurement conduits dans cette zone archéologique; par P. Lacau[12], tout d'abord, qui confia la fouille d'une nécropole thinite à P. Montet[13]; puis par F. Bisson de la Roque, qui explora, de 1922 à 1924, le champ des mastabas de l'Ancien Empire[14].

Hormis la poursuite du dégagement des magasins d'offrandes et un sondage, commandé par P. Lacau, dans l'infrastructure de la pyramide, demeuré sans lendemain en raison du volume des blocs à déplacer, aucune fouille nouvelle ne fut entreprise dans ce secteur, depuis 1913[15]. Et cela nonobstant l'appel lancé en 1962 par J.-Ph. Lauer, qui écrivait alors: «la partie inférieure de la vaste fosse (= appartement funéraire de Radjedef) n'a jamais été dégagée des gros blocs qui l'encombrent encore. Ce déblaiement s'imposerait donc pour reconnaître la disposition de la chambre sépulcrale qui dût y être édifiée et dont il subsiste vraisemblablement quelque chose»[16].

Dans le prolongement de ce constat, on relèvera encore l'absence de publication d'un rapport archéologique exhaustif des travaux dirigés par E. Chassinat[17]. Les résultats de ces campagnes ont cependant été consignés sur plans par V. Maragioglio et C. Rinaldi, qui, pour leur étude architecturale des pyramides memphites[18], avaient fait entreprendre des relevés, à Abou-Roasch, par le Service des Antiquités de l'Égypte[19].

Auparavant, E. Chassinat avait lui-même rédigé un mémoire pour situer, dans son contexte historique et archéologique, sa découverte de la superbe tête en quartzite rouge de Radjedef, publiée dans les *Monuments Piot*[20]. Traitant également des nombreuses statues royales découvertes brisées[21], E. Chassinat y reconnut une *damnatio memoriae*, liée à une illégitimité de Radjedef. L'hypothèse, déjà formulée sous la plume de H. Gauthier en 1904[22], fit son chemin chez les historiens. D'autant que les résultats des recherches de G. Reisner, à Gîza, étaient interprétés dans une direction analogue[23]; le déplacement de la nécropole royale de Gîza vers Abou-Roasch aurait en quelque sorte traduit une volonté de

rupture, souhaitée par un souverain usurpateur! Radjedef, d'ascendance libyenne par sa mère[24], aurait même fait supprimer son frère aîné, de souche égyptienne, pour accéder lui-même à la royauté.

En réalité, aucun témoignage historique ne vient, actuellement, valider les anciennes supputations de Reisner[25]. On pourrait tout aussi bien soutenir que Radjedef, en choisissant un emplacement nouveau pour la construction de sa pyramide, n'a fait que suivre l'exemple de ses prédécesseurs, qui s'étaient installés à Meïdoum, Dahchour et Gîza. Il serait, dès lors, légitime de s'interroger sur les motifs, qui, au contraire, incitèrent Chephren et Mykerinos à revenir à Gîza pour y édifier leurs sépultures!

Enfin, l'argument d'une *damnatio memoriae*, vis-à-vis de la royauté de Radjedef, me paraît également devoir être reconsidéré.

Plusieurs indices suggèrent aujourd'hui une évaluation différente de celle de E. Chassinat[26]. Ces éléments sont les suivants: premièrement, il est établi que le culte funéraire, consacré à la mémoire de Radjedef, fut célébré, dès la disparition du roi et jusqu'à la fin de l'Ancien Empire. La nécropole privée d'Abou-Roasch, à elle seule, livra les noms de plusieurs prêtres, attachés au culte du souverain défunt. Le plus ancien, *Ny-k³w-Rᶜ-ḏd.f*, fut, sans doute, un contemporain de Mykerinos[27]. Le mastaba d'un autre grand personnage, un certain *S³bw-sw*, date, selon K. Baer[28], de la fin de la Vème dynastie, voire plus tard. Un troisième prêtre, enfin, nommé *Rwḏ* et enterré à Gîza[29], fut, sous la VIème dynastie, tout à la fois prêtre funéraire de Chéops, de Radjedef et de Chephren. Par ailleurs, et en complément de ces éléments, on joindra les mentions de plusieurs noms propres basilophores, incluant celui de Radjedef. Or, ces anthroponymes, largement postérieurs à l'époque de Radjedef, furent portés par des individus contemporains des rois de la VIème dynastie[30]. Une connotation négative à l'endroit d'un souverain apparaîtrait contradictoire avec la survivance de sa mémoire. Un troisième élément est encore à verser au dossier: c'est celui des témoignages annalistiques; notamment de la liste royale du Ouadi Hammamat, datée du Moyen Empire[31] et des attestations ramessides, provenant d'Abydos et de Sakkara[32]. A ces mentions s'ajoutent aussi la résurgence des prêtrises d'anciens rois, relevées à Gîza, dès la XXVIème dynastie. Malgré le caractère

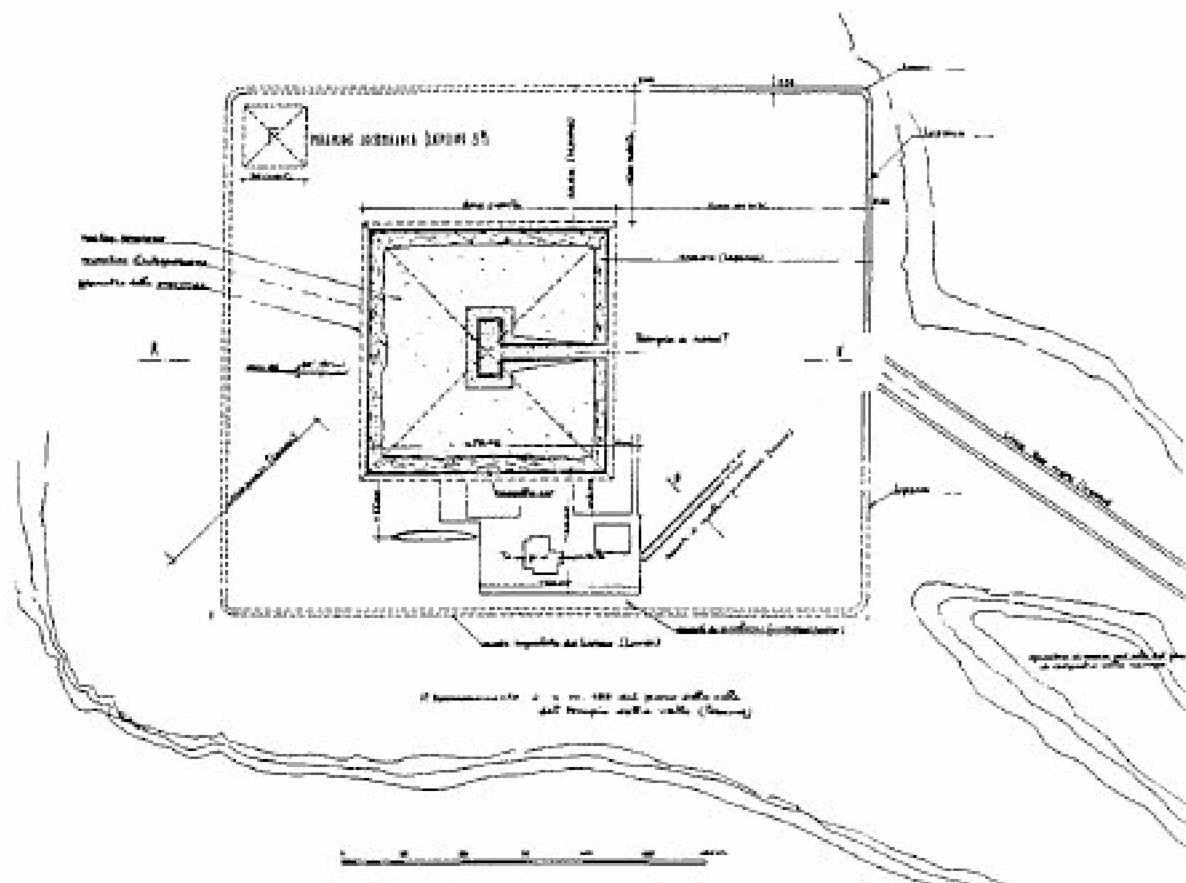


Fig. 5. — Plan général de situation du complexe funéraire haut de Radjedef, à Abou-Roasch (extrait de: V. Maragioglio - C. Rinaldi, *L'Architettura delle Piramidi Menfite V*, 1966, Tav. 2).

éventuellement fictif de telles charges, il n'en demeure pas moins, qu'à l'époque saïte, l'image des souverains de la IV[ème] dynastie est homogène et qu'elle ne répercute aucun écho d'une ancienne *damnatio memoriae* officielle[33].

Dans cette optique, il devenait loisible de supposer que les destructions observées par E. Chassinat n'étaient pas obligatoirement liées à la personnalité de Radjedef. De telles considérations invitaient donc à engager de nouvelles investigations sur le terrain, susceptibles d'apporter d'utiles compléments d'information. D'autant que le site archéologique présente d'emblée plusieurs aspects originaux.

Au plan général du parti architectural, on observe, par exemple, que l'orientation du complexe de Radjedef, contrairement aux traditions de la IV[ème] dynastie, ne suit pas un axe Est-Ouest, tel que celui des ensembles funéraires de Meïdoum,

Dahchour ou Gîza; mais s'oriente, au contraire, selon une direction Nord-Sud. Dans ce cas, l'axe principal, qui coïncide avec la direction d'origine[34], prime sur la direction solaire, usuellement invoquée. Ce choix pouvait relever de différents paramètres au rang desquels la configuration naturelle du terrain dut jouer un rôle important. Ceci dit, il sied de ne pas négliger non plus l'exemple des sépultures royales de la III[ème] dynastie, qui s'alignaient précisément sur cette direction d'origine. On mentionnera, dans cette perspective, l'orientation principale du tombeau de Djoser à Sakkara et celle de la pyramide septentrionale de Zaouiyet el-Aryan.

Dès lors, le choix de cette orientation principale Nord-Sud, dans la succession des édifices attendus, pourrait impliquer, à Abou-Roasch, la présence d'un temple bas, construit dans le Ouadi Qaren, et celle d'une chaussée montante s'ouvrant sur un temple haut, bâti *devant* la pyramide (Fig. 5). Son implantation septentrionale correspondrait alors à celle du temple funéraire de Djoser, à Sakkara.

Il paraît, effectivement, difficile, à la lecture des plans de Maragioglio et Rinaldi (Fig. 5 et 6), de considérer que ces constructions orientales aient appartenu à un temple funéraire. Les exemples connus de la IV[ème] dynastie, à Dahchour-Nord et à Gîza, présentent des partis architecturaux différents des structures d'Abou-Roasch. L'existence même d'une «chapelle funéraire», reconnue par Chassinat[35], semble, aujourd'hui, curieusement implantée entre la base de la pyramide et la fosse naviforme. Il pourrait s'avérer instructif de réexaminer la datation relative de tous ces éléments, dans la perspective d'une restitution de l'économie originelle du complexe.

La pyramide elle-même n'est pas sans susciter quelques interrogations. Sa hauteur, conservée sur environ 10 à 12 m., à l'époque de la visite de Lepsius, n'a pas manqué d'être rapprochée du règne éphémère de Radjedef, auquel le papyrus de Turin attribue 8 ans[36]. Il en a été généralement déduit que le monument était demeuré inachevé. Sa chapelle funéraire elle-même aurait été rapidement terminée à l'aide de briques crues. C'est un point, qui, toutefois, reste à établir. Il en va de même du tétraèdre, qui, par

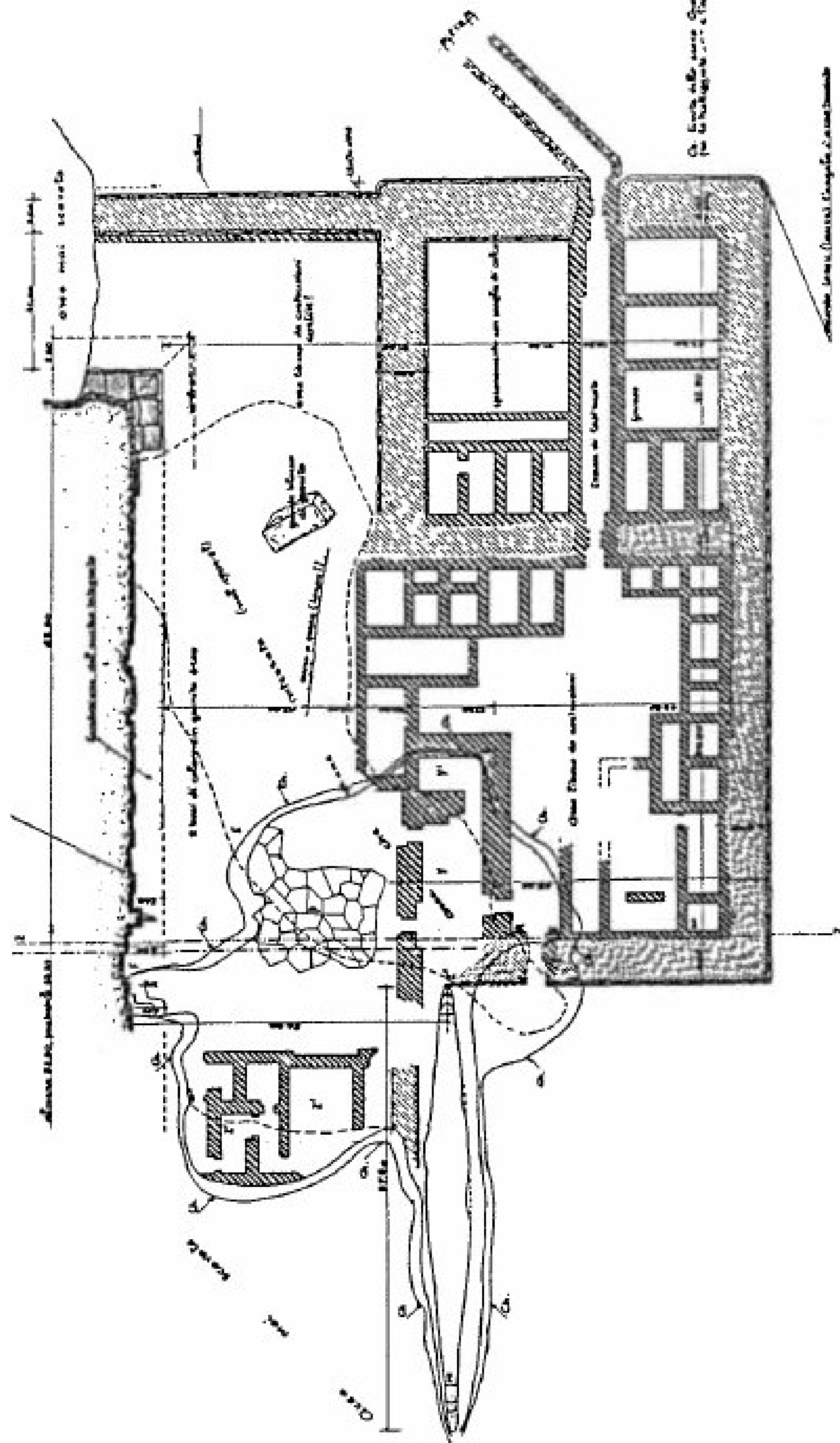


Fig. 6. — Plan des constructions orientales du complexe funéraire haut de Radjedef à Abou-Roasch (extrait de: V. Maragioglio - C. Rinaldi, *L'Architettura delle Piramidi Menfite V*, 1966, Tav. 4).

l'angle de pente (60°), indiqué par Maragioglio et Rinaldi [37], pourrait également désigner une superstructure comparable à celle du Mastabat Faraoun, dont les parements accusent une inclinaison de 64-65°, en moyenne [38].

Enfin, en infrastructure, le dispositif du tombeau demeure totalement inconnu. Si l'aspect actuel de la descenderie, s'ouvrant sur un large puits rectangulaire, n'est pas sans rappeler la grande excavation de la pyramide Nord de Zaouiyet el-Aryan, aucun indice n'autorise l'identification du type d'aménagement choisi pour la sépulture royale. Il serait tentant d'envisager la présence d'un radier, dans lequel était encastré un sarcophage, à l'exemple des pyramides de Zaouiyet el-Aryan ou de Chephren. Quant à l'appareillage du caveau lui-même, on peut hésiter entre une voûte construite en encorbellement ou une couverture en chevrons.

Voilà donc un bref aperçu de la problématique que pose actuellement le site d'Abou-Roasch. Replacé dans un contexte plus large, il est évident que nos connaissances, relatives à l'architecture funéraire royale memphite, se sont singulièrement enrichies par l'apport des découvertes et travaux récents. Or, étonnamment, Abou-Roasch est resté à l'écart de toute investigation moderne. A telle enseigne que ce dossier constitue, aujourd'hui, l'un des rares maillons manquants dans la série des édifices réétudiés.

Dans cette perspective, un projet nouveau fut élaboré, dès 1991, pour reprendre ces recherches. En 1993, le soutien financier du Fonds national suisse de la Recherche scientifique fut acquis, de même que la signature d'une convention, passée entre l'Institut français d'Archéologie orientale du Caire et l'Université de Genève. Cet accord de collaboration, outre la mise en commun de ressources scientifiques et techniques, vise également à renouer les liens d'une tradition franco-suisse, instituée en 1948, à Qasr Qaroun.

Il nous reste encore à attendre du Suprême Conseil des Antiquités de l'Égypte le renouvellement d'une concession archéologique française quasiment centenaire!

P.S. Cette attente a pris fin en juin dernier avec l'octroi de la concession demandée
M.V.

NOTES

1. Sur la lecture Radjedef, cf. H. RANKE, *JAOS* 70, 1950, p. 65-68.

2. Selon J. VERCOUTTER, *L'Égypte et la vallée du Nil*, 1992, p. 264.

3. En raison de la stèle de la princesse Meritiôtès, qui, qualifiée de favorite de Snefrou, de Chéops, de Chephren et même de Mykerinos, ignorait le règne de Radjedef. Sur ce témoignage provenant de Gîza (PM III, 1^2, 187: G. 7120, cf. W. S. SMITH, *JNES* 11, 1952, p. 115).

4. *In ASAE* 25, 1925, p. 178-180 (cf. également PM III, 1^2, p. 278 et A. ROCCATI, *Litt. historique*, 1982, p. 71).

5. Cf. E. DRIOTON, *BSFE*, 16, 1954, p. 41-49.

6. Cf. Abdel Moneim Abubakr-Ahmed Youssef Mustafa, *The Funerary Boat of Khufu in BÄBA* 12 (1971), p. 9, fig. 4 et 11, fig. 6.

7. Cf. J. E. PERRING, *The Pyramids of Gizeh*, Part III (*The Pyramids of the Southward of Gizeh and at Abu Roasch*).

8. *LD, Text I*, 1897, p. 22-24.

9. *In The Pyramids and Temples of Gizeh*, 1883, p. 53.

10. Cf. *CRAIBL* 1901, p. 616-619; en particulier p. 617.

11. *In Archaeological Report 1901-1902*, p. 12-13.

12. Cf. *CRAIBL* 1913, p. 517-522.

13. Cf. *Kêmi* 7, 1938, p. 11-113; 8, 1946, p. 157-227. Plus récemment, la mission du Prof. A. KLASSENS a dégagé un autre cimetière thinite; cf. *OMRO* 39-42 (1958-1961).

14. Cf. *FIFAO I*, 3-II, 1 (1924-1925).

15. Communication orale de M. J.-Ph. LAUER (juin 1991).

16. Cf. *RdE* 14, 1962, p. 29.

17. Toutefois, grâce à l'amabilité de M[me] François DAUMAS, il m'a été possible de prendre connaissance d'un dossier de notes rédigées par E. CHASSINAT. Que Mme F. DAUMAS veuille bien trouver ici le témoignage de ma profonde reconnaissance pour la mise à ma disposition de ces archives et le dérangement occasionné à cet effet.

18. Cf. *L'Architettura delle Piramidi Menfite V* (1966).

19. Communication orale du Dr. Salah EL NAGGAR (mai 1993).

20. Vol. 15, 1921-1922, p. 53-75.

21. La reconstitution de plusieurs raccords a, outre les éléments du protocole royal, livré plusieurs épithètes, parmi lesquelles celle de *fils de Rê*, qui constitue la leçon la plus ancienne d'une filiation solaire de la royauté (cf. H. W. MÜLLER, *ZÄS* 91, 1964, p. 129-133).

22. *In BIFAO* 4, 1905, p. 239.

23. *In A History of the Giza Necropolis I*, 1942, p. 28.

24. L'évidence de cette origine libyenne reposait exclusivement sur la complexion blonde et le teint clair de la reine Hetephérès II (figurée dans la tombe de sa fille Mersyankh III: cf. D. DUNHAM-W. K. SIMPSON, *The Mastaba of Queen Mersyankh III*, G. 7530-7540, 1974, p. 5; 14, n. 30 et frontispice) dont on a supposé qu'elle était la fille de Chéops et d'une princesse libyenne, puis l'épouse de Radjedef. Cette généalogie et la réalité de cette chevelure blonde ont été cependant plusieurs fois démenties (cf. G. REISNER-W. S. SMITH, *A History of the Giza Necropolis II*, 1955, p. 7; W. S. SMITH, *The Old Kingdom in Egypt, CAH I*, 1965, ch. XIV, p. 28-29; C. Coche-Zivie, *BIFAO* 72, 1972, p. 131 et D. DUNHAM-W. S. SIMPSON, cf. *supra* dans la note.

25. Cf. W. S. SMITH, *A History... II*, p. 7-12; et, plus récemment, N. GRIMAL, *Histoire de l'Égypte Ancienne*, 1988, p. 89 et J. VERCOUTTER, *L'Égypte et la vallée du Nil*, 1992, p. 279.

26. Cf. *Mon. Piot* 25, p. 69.

27. Cf. la stèle Louvre E. 16 263 (H. G. FISCHER, *ZÄS* 86, 1961, p. 29-31).

28. *Rank and Title in the Old Kingdom*, 1960, p. 121 (datation reprise par PM III, 1^2, p. 7).

29. G. 3086 (PM III, 1^2, p. 98 et Baer, *o.c.*, p. 102).

30. Par exemple: *ʿnḫ-m-ʿ-Rʿ-ḏd.f* (*PN I*, 64.5; II, 346: Gîza 2731; 2735-6) et *Smr. t-Rʿ-ḏd.f* (*PN I*, 307.22; II, 386: Gîza 2730).

31. Cf. *supra*, note 5.

32. Cf. A. GARDINER, *Egypt of the Pharaohs*, 1966, p. 434.

33. *Cf. Coche-Zivie, Gîza au premier millénaire*, 1991, p. 144; 156; 166-167; 217 et 310.

34. Cf. G. POSENER *in Göttinger Vorträge* (*NAWG* 1965), p. 71 et 74. Sur le même sujet, voir également S. SCHOTT, *BSFE* 53-54, 1969, p. 35-38.

35. *In CRAIBL* 1901, p. 617.

36. Cf. *supra*, note 32.

37. *L'Architettura delle Piramidi Menfite V*, 1966, Tav. 2.

38. J. VANDIER, *Manuel d'archéologie égyptienne II*, 1954, p. 93, n.1.

À PROPOS DE LA DATE ET DE L'ORIGINE DU TRÉSOR DE TÔD.

Geneviève PIERRAT
Paris

La découverte du trésor de Tôd eut en son temps un retentissement considérable. Fernand Bisson de la Roque, qui depuis deux ans avait commencé les travaux de dégagement du temple de Tôd, auparavant enserré dans l'accumulation du village exhaussé au cours des siècles sur plusieurs mètres, était en cette année 1936 parvenu sur le sol de la zone du sanctuaire du temple, dont toutes les pierres avaient disparu aux premiers temps de l'époque chrétienne pour faire place à une église. Cet hiver-là, le fouilleur poussait ses investigations sous les dalles de calcaire de la plate-forme, et mettait au jour nombre d'éléments des états du temple antérieurs à celui de Sésostris Ier, des blocs aux cartouches des rois Nebhepetrê et Seankhkarê Montouhotep. Le 8 février 1936, dans le sable de fondation sous-jacent aux dalles du sol, il découvrit quatre coffres de bronze marqués au nom de Noubkaourê Amenemhat = Amenemhat II, qui recélaient un trésor constitué essentiellement de lapis-lazuli et d'argent. Le lapis-lazuli se présentait sous la forme de morceaux bruts de petite taille, de perles ou de sceaux-cylindres du Proche-Orient, entiers et surtout fragmentaires; l'argent consistait en lingots plats, en chaînes ou en pseudo-bracelets, ou bien en vaisselles systématiquement repliées et aplaties. Il y avait aussi des lingots et quelques éléments en or, et un petit lion en argent. Mais mon propos n'est pas ici de dresser l'inventaire de cette découverte fabuleuse, qui passionna vite les esprits lorsque, après le dépliage et la remise en forme des pièces d'orfèvrerie, on se trouva en présence d'un ensemble de 153 coupes d'argent, dont le caractère étranger était manifeste.

Bisson de la Roque, après les avoir sommairement publiées dans sa publication des fouilles en 1937[1] fit appel aux experts G. Contenau pour la glyptique orientale et F. Chapouthier pour l'orfèvrerie, dans un volume consacré au trésor publié en 1953[2]. Le premier détermina les dates des sceaux-cylindres, comprises dans la seconde moitié du troisième millénaire, ainsi que leur origine mésopotamienne ou cappadocienne; le second attira l'attention sur les similitudes de certains traits du décor et de certaines formes des coupes avec des modèles parfois minoens parfois mycéniens, mettant l'accent sur leur caractère égéen.

En conclusion, il émit l'hypothèse que ces traits égéens auraient été copiés par des artisans «asiatiques». Nul doute qu'il tendait vers cette région du monde afin de faire se tenir le tableau d'un trésor rassemblé à un moment de son élaboration dans ce confluent des routes de Mésopotamie et d'Anatolie, riche en minerai d'argent, à une époque où Byblos était en contact constant avec l'Égypte. C'est par ce même type de démarche que, en 1937, J. Vandier, assisté par l'orientaliste R. Dussaud[3], atribuait comme origine — ou plutôt comme point de départ du trésor en tant qu'ensemble constitué — la Syrie, au confluent des mondes mésopotamiens et minoens. Son postulat de base était que la réunion de l'ensemble des pièces, lapis, lingots et coupes, avait eu lieu avant leur entrée en Égypte, et il avait donc cherché à cerner le lieu plausible de cette réunion de valeurs.

D'emblée les problèmes méthodologiques sont posés, qui doivent retenir toute la vigilance du chercheur: il convient à tout moment de bien distinguer entre les lieux d'origine des matières premières, les lieux et les dates de fabrication de chaque élément ou ensemble d'éléments — on peut par exemple distinguer entre lingots, chaînes et coupes — la date de la réunion de ces objets en trésor, et enfin la date de l'enfouissement dans le sable de fondation du temple de Tôd. On le voit, c'est un dossier très complexe qu'aucun chercheur ne saurait traiter seul.

Le propos de cette conférence est de vous présenter le dossier de deux points de vue: d'une part une réflexion sur la date de l'enfouissement du trésor; d'autre part les résultats d'analyses encore inédites portant sur l'argent; la conjonction de ces deux moyens d'approches devant, nous l'espérons, resserrer les données du débat.

En effet il y a débat, débat très complexe même, que je ne saurais que résumer à l'extrême dans ces lignes, mais qu'il est fondamental d'avoir en tête pour comprendre l'intérêt de ces analyses. Il porte sur l'aspect le plus passionnant du dossier, les 153 coupes d'argent. Elles apparaissent manifestement comme un ensemble uniforme sur le plan technologique — encore qu'une étude plus poussée reste à faire — et nous nous fonderons sur ce postulat communément admis. Après l'époque des premières observations de R. Dussaud et G. Contenau, d'autres voix s'étaient élevées parmi les archéologues du Proche-Orient, qui avaient mis en évidence les liens formels entre certaines coupes de Tôd et des vaisselles d'argent de provenance diverses. L'un des précurseurs fut Henri Seyrig, qui, dès 1954, trouva des similitudes troublantes avec des pièces du Kouban, sur la rive orientale de la Mer Noire[4]. Depuis une vingtaine d'années, différents archéologues, pointant les parentés de l'orfèvrerie de diverses parties du monde antique avec celles de Tôd, et usant d'autres arguments, mettent à mal la thèse de l'origine minoenne des vaisselles.

Contenau avait admis qu'on ne disposait quasiment pas dans le monde minoen du début du IIème millénaire — l'époque d'Amenemhat II (1929-1895) — de vaisselle de métal conservée, mais il attirait l'attention sur la similitude du décor de la céramique minoenne d'alors avec certains éléments des vaisselles de Tôd. Cette piste est encore suivie par S. Hood[5] qui met en valeur nombre de traits décoratifs partagés par la céramique de l'époque Minoen Moyen I B. Mais depuis, le dossier n'a guère avancé dans cette direction, et l'on n'a pas encore trouvé les «prototypes» de métal qui auraient servi de modèles à la céramique minoenne de cette époque. Au contraire, des spécialistes du monde minoen[6] eux-mêmes doutent de l'origine minoenne des coupes de Tôd.

En revanche l'orfèvrerie mycénienne abonde, et les découvertes se succèdent depuis quelques décennies. J. Maran, en 1987[7], donne de très troublants parallèles avec des coupes trouvées sur des sites mycéniens. Un obstacle s'élève alors: les parallèles mycéniens sont de trois siècles au moins plus récents que les coupes de Tôd, puisque l'époque mycénienne s'étend du XVIème au XIIIème siècle avant notre ère.

Malgré cela, la thèse d'une origine mycénienne des coupes de Tôd fit son chemin. Elle implique une remise en cause de la date du dépôt du trésor dans les coffres, et sans doute aussi dans le temple de Tôd. C'est la raison pour laquelle Barry Kemp a tenté de démontrer[8] que le sol du temple — cette fameuse plate-forme de calcaire — pourrait dater du règne de Thoutmosis II. L'enfouissement aurait eu comme *terminus a quo* ce règne et rien ne s'opposait alors à la thèse de l'origine mycénienne.

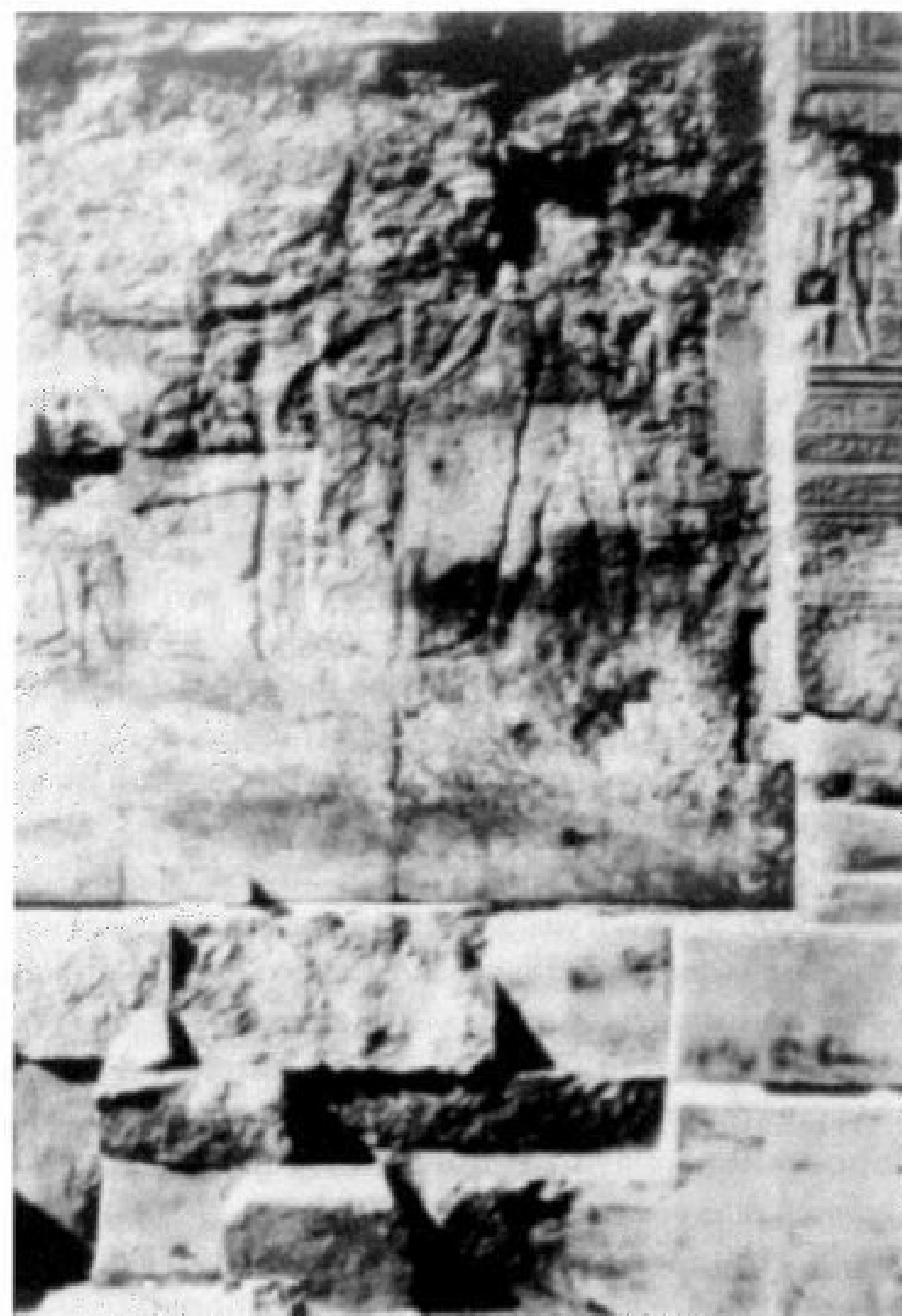


Fig. 1. — Photo d'archives (Bisson de La Roque): Les trois assises sous le mur en élévation, d'époque Sesostris I.

C'est à ce sujet que je désire m'inscrire en faux. En effet, Barry Kemp étaye sa démonstration sur le fait que la liaison entre la plate-forme et le mur de calcaire de Sésostris Ier, celui de la célèbre inscription dédicatoire qui a fait l'objet récemment d'une publication exhaustive, n'était pas assurée. Il est vrai qu'aujourd'hui, les dalles ne sont plus exactement à leur emplacement d'origine, à la suite du soulèvement intégral de la plate-forme par Bisson de la Roque. Mais l'observation attentive des photographies d'archives, non publiées par Bisson, semble confirmer cette liaison. (Fig. 1.) Il nous semble qu'il n'y a aucune raison de mettre en doute la date de la plate-forme, d'autant qu'aucun des nombreux blocs de remplois sous-jacents n'outrepasse le règne d'Amenemhat Ier, précisément.

Ceci ne fait pas avancer le débat; je reconnais que l'enfouissement a pu avoir lieu à tout moment par la suite; ainsi un dépôt de statuettes tardives d'Osiris en bronze fut découvert non loin des quatre coffres, sous d'autres dalles. On ne peut malheureusement pas arguer de la présence de murs, dans l'ignorance où nous demeurons du plan du temple érigé sur la plate-forme, malgré les tentatives faites par Bisson lui-même, puis celles de Dieter Arnold[9], qui, quoique bien étayées, demeurent en partie conjecturelles.

Malgré toutes ces incertitudes, l'hypothèse d'un enfouissement postérieur au règne d'Amenemhat II ne me semble pas recevable. Le trésor présentait toutes les apparences d'un dépôt rituel: il avait été fait avec soin, les quatre coffres ayant été soigneusement recouverts de sable; afin de ménager la hauteur nécessaire aux coffres, la dalle inférieure mise en place au-dessus d'eux est plus mince, de façon à conserver aux autres assises de la plate-forme (trois en tout, auxquelles s'ajoute une assise de grès d'époque ultérieure) leur uniformité de niveau. Il s'agit donc d'une opération soignée, minutieusement préparée, qui ne correspond pas à l'idée que nous pourrions nous faire d'une mise en place dans une cachette; car s'il ne s'agit pas d'un cadeau offert au dieu, l'alternative ne peut être que celle de la cachette.

Examinons cette seconde hypothèse. On peut imaginer qu'il ait fallu mettre en lieu sûr ces valeurs appartenant au dieu, que l'on aurait alors enfermées dans des coffres anciens appartenant aussi au mobilier du temple. L'opération, exécutée par plusieurs hommes (le plus grand coffre, vide, pèse déjà plus de 37 kilogrammes, sans compter la remise en place des dalles), aurait été oubliée par la suite, et ainsi nous serait-elle parvenue. Cependant, il faut de bien grands troubles pour que le souvenir d'une telle accumulation de valeurs diparaisse, avec les hommes responsables du dépôt, dans la tourmente des temps; on connaît le cas de figure avec les trésors d'argenterie romaine, enterrés par leurs propriétaires au moment des invasions barbares en Gaule dans la seconde moitié du troisième siècle de notre ère. Si l'on suit la thèse «mycénienne», il nous faut situer le cadre de l'action quelque part entre le XVIème et le XIIIème siècle avant J.-C., c'est-à-dire pendant les XVIIIème et XIXème dynasties égyptiennes. A moins de se placer dans les premières décennies du XVIème siècle, on a du mal à imaginer dans quel contexte politique aurait eu lieu la scène.

En revanche, si le trésor est bien une offrande au dieu comme il en a l'apparence, il semble inconcevable que le nom du roi régnant, l'acteur par excellence de tout acte rituel, ne soit pas présent dans le trésor; or, le seul nom présent, répété sur les coffres, est celui d'Amenemhat II, qui régna à la fin du XXème siècle avant J.-C. A notre avis, cela constitue bien le *terminus post quem* de tout les objets de ce dépôt. À cela s'ajoute le fait qu'aucun des artefacts autres que les coupes, comme les sceaux-cylindres mésopotamiens et cappadociens, et les perles, dont certaines remontent peut-être à l'époque d'Ur III, ne peut être daté au-delà de cette limite chronologique.

Enfin, l'inscription d'Amenemhat II de Memphis, publiée et commentée en 1991 par H. Altenmüller et A. M. Moussa[10] pourrait bien être cruciale pour comprendre le contexte du trésor de Tôd. Les auteurs ont mis en évidence la façon dont ce fragment d'annales pourrait concerner la première année de règne de ce souverain, à la suite du décès de son père Sésostris Ier dont il était le corégent. Il multiplie à ce moment-clef de son règne les faveurs envers certains grands personnages, les dotations aux dieux (il y est question d'un vase en bronze pour Montou d'Ermant et un autre pour Montou de Tôd), ainsi que les offrandes et réalisations en faveur de son père qui venait de disparaître. Au cours de cette

même année, deux bateaux revenant du pays de *Ḥnty-š*,— que l'on traduit par Liban —, rapportent, entre autres minerais et pierres, pas moins de 1676 debens et demi d'argent, soit 150 kilogrammes! On pourrait tenir là le contexte du dépôt de Tôd: ce serait un trésor de valeurs peut-être fraîchement arrivées de l'étranger, pieusement offert par Amenemhat II au dieu Montou, en son temple récemment érigé par Sésostris Ier; en cette action, la dévotion rituelle se serait heureusement mêlée de piété filiale. Mais l'hypothèse ne sera probablement jamais vérifiable.

Maintenant que nous avons tenté de redéfinir le cadre chronologique du trésor, en retournant à l'hypothèse la plus simple, celle du découvreur, considérons ce que les analyses récentes du laboratoire de recherche des Musées de France nous apprennent sur l'origine du minerai d'argent des coupes. Les deux directions offertes par ces résultats: mines du Laurion et mines d'Ergani, pourraient nous faire revenir dans la région de la mer Egée.

La thèse mycénienne reposait entre autres sur le type d'anse en cylindre, dit «de Vapheio» qui tire son nom de la découverte faite sur ce site de très belles tasses en or. Bien attesté dans le contexte mycénien, ce type existe en fait dès le début du IIème millénaire en Anatolie. E. Davis[11] avait mis en évidence que l'origine de ce type d'anse n'est pas minoenne, mais anatolienne: on en a trouvé en céramique, dans le comptoir des commerçants assyriens qu'était la ville de Kanesh, l'actuel site de Kültepe. En outre, H. Matthaüs[12] relève que l'autre type d'anse attesté dans le trésor de Tôd, en ruban, existe dans les tombes royales d'Alaça Hüyük, datées entre 2200 et 2000. Dès 1967, F. Schachermeyr avait proposé l'Asie Mineure comme origine des pièces[13]. H. Müller-Karpe, dix ans plus tard[14], voit dans l'orfèvrerie mycénienne l'héritière d'une longue tradition, remontant à l'époque sumérienne ancienne (par exemple les tombes royales d'Ur, au milieu du IIIème millénaire) en passant par la région de Syrie-Palestine, et de ce fait met en garde contre de trop rapides conclusions historiques tirées de rapprochements formels.

La côte syro-palestinienne, si elle n'est pas source de minerai, a connu la vaisselle d'argent. La tombe d'un prince de Byblos contemporain de la IXème dynastie égyptienne[15], recélait une

cruche à décor en godrons et une coupe à anse ornée de spirales, les deux en argent. Une très intéressante tablette, présente dans l'exposition sur la Syrie à l'Institut du Monde Arabe, relate comment Zimri-Lim (1775-1761), roi de Mari, se rendant en voyage à Alep, emportait dans ses bagages sa vaisselle, pas moins de 48 vases d'or, 173 vases d'argent et 34 vases de bronze. Bien que ce roi ait régné environ cent cinquante ans plus tard qu'Amenemhat II, ce document — qui n'est pas isolé — constitue un témoignage de l'usage palatial possible d'un tel ensemble d'orfèvrerie, dans cette région du Haut-Euphrate. Cette tablette m'a été signalée par Madame Maxwell-Hyslop, de l'University College de Londres; son attention avait été attirée par des vaisselles de métal récemment découvertes en Syrie du Nord, du début du IIème millénaire, qui présentaient beaucoup de points communs avec les coupes et les tasses de Tôd. Selon elle cette origine et cette date sont probables. Enfin, le texte de Memphis que nous avons mentionné plus haut atteste que le Égyptiens rapportaient de l'argent de cette région, sous quelle forme que ce soit, sous le règne d'Amenemhat II.

Tous ces témoignages désignent Ergani comme un lieu d'origine plus plausible que les mines de l'Egée: les orfèvres du Proche-Orient disposant d'un minerai proche et abondant en Asie Mineure, on ne comprend pas pourquoi ils auraient utilisé le minerai de Grèce.

Sincèrement je ne saurais que me faire le rapporteur ici de ces échos de spécialistes, dont nous attendons avec impatience les publications. Mais il est un domaine dans lequel nous, égyptologues, devons progresser: je veux parler de la présence et de la nature de l'argent au Moyen Empire. Il apparait que ce métal est d'une fréquence toute particulière en Égypte à cette époque, du moins dans les tombes de particuliers. Considérez par exemple la tombe du chancelier Nakhti, d'Assiout, datée du début de la XIIème dynastie[16]: elle recélait un collier de grosses perles d'argent. Ouah, l'intendant de Meketrê, probablement de la même époque si l'on suit les travaux de Do. Arnold[17], possédait lui aussi un collier de ce type, sans compter son beau scarabée incrusté d'argent. Nous pourrions citer encore les étranges *urei* très stylisés, en filigrane, ou encore les silhouettes de faucon — l'une fut trouvée

dans une tombe de la XIIème dynastie qui précisément contenait un vase minoen du type dit «de Kamarès». Si nous nous transportons dans les plus belles tombes de la XVIIIème dynastie, on chercherait en vain ce petit «magot» d'argent relativement répandu à la XIIème dynastie. S'agit-il d'électrum très blanc, cet «or blanc» comme l'appelaient très justement les Égyptiens, ou bien de minerai étranger, redistribué par le trésor royal? Et si c'est le cas, partage-t-il les mêmes origines que celui du trésor de Tôd? Autant de questions auxquelles petit à petit nous essaierons de répondre avec l'aide des nouvelles méthodes d'investigation scientifique, de concert avec les travaux de la recherche internationale.

NOTES

1. F. Bisson de la Roque, «Tôd, 1934 à 1936», *FIFAO* 17, Le Caire, 1937, p. 113 à 121.

2. F. Bisson de la Roque, G. Contenau, F. Chapouthier, «le Trésor de Tôd», *Documents de Fouilles de l'IFAO*, XI, Le Caire, 1953.

3. J. Vandier, *Syria*, XVIII, 1937, p. 174-782.

4. H. Seyrig, «Notes sur le trésor de Tôd», *Syria*, 31, 1954, p. 218-224; le trésor de Valcitran, en Bulgarie, qu'il avait aussi mentionné, est aujourd'hui daté de la seconde moitié du XIVème ou siècle avant J.-C.: A. Bonev, «Datierung des Goldschatzes von Valcitran», *Studia Praehistorica*, 7, Sofia, 1984, p. 164-177.

5. S. Hood, *The Arts of Preshistoric Greece*, Harmondsworth, 1978, p. 153-154.

6. K. Branigan, «Silver an Lead in Prepalatial Crete», *American Journal of Archeology*, 72, 1968, p. 219; G. Cadogan, «Early Minoan and Middle Minoan Chronology», *American Journal of Archeology*, 87, 1983, p. 515.

7. J. Maran, «Die Silbergefässe von El-Tôd und die Schachtgräberzeit auf dem griechischen Festland», dans N. Bantelmann *et allii* éd., *Praehistorische Zeitschrift*, 62, 2, Berlin, 1987, p. 221-227.

8. B. J. Kemp et R. S. Merrilles, *Minoan Pottery in Second Millenium Egypt*, Mayence, 1980, p. 290-296.

9. D. Arnold, «Bermerkungen zu den frühen Tempeln von El-Tôd», *MDIK* 31, 2, 1975, p. 175-186.

10. H. Altenmüller et A. M. Moussa, «Die Inschrift Amenemhet II. aus dem Ptah-Tempel von Memphis. Ein Vorbericht», *Studien für Altägyptischen Kultur*, 18, Hamburg, 1991, p. 1-48.

11. E. N. Davis, *The Vapheio Cups, an Aegean Gold and Silver Ware*, 1977, p. 73-75.

12. H Matthaüs, «Die Bronzegefässe der kretisch-mykenischen Kultur», *Prähistorische Bronzefunde*, Abt. II, 1, München, 1980, p. 249-250.

13. F. Schachermeyr, *Agaïs und Orient*, 4, 1967, p.57.

14. H. Müller-Karpe, «Zur altertumzeitlichen Geschichte Europas», *Jahresbericht des Instituts für Vorgeschichte der Üniversität Frankfurt A.M.*, München, 1978.

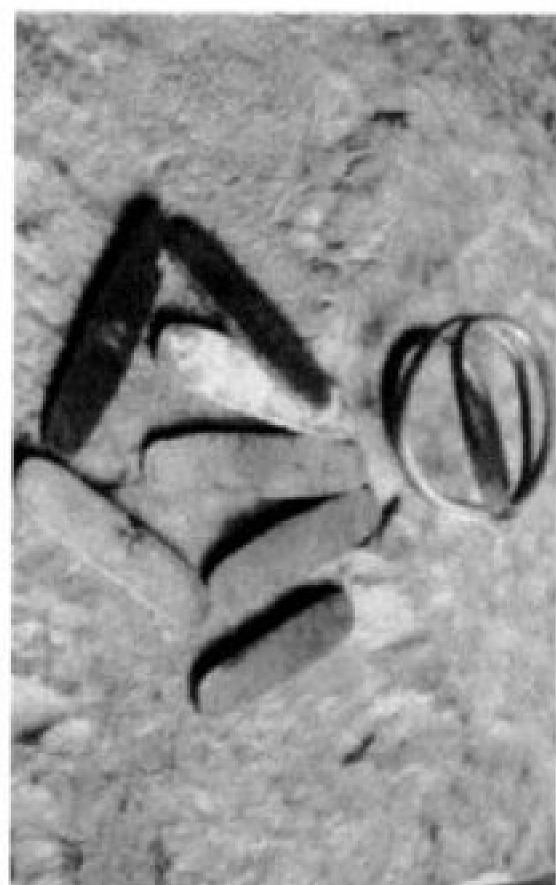
15. Ch. Virolleaud, «Découverte à Byblos d'un hypogée de la XIIème dynastie égyptienne», *Syria*, III, Paris, 1922, p. 273-290, pl. LXIV et fig. 5. Noter qu'une coupe en or de forme et de décor très proches a été trouvée en Crète: J. A. Sakellarakis, *Musée d'Héracleion, Guide illustré du Musée*, Athènes, 1978, n° 758, p. 60., d'époque néopalatiale (seconde moitié du XVème-XIVème siècles).

16. E. Delange, *Statues égyptiennes du Moyen Empire*, Paris, 1987, p. 151-153.

17. Do. Arnold, «Amenemhat I. and the early Twelfth Dynasty at Thebes», *Metropolitan Museum Journal*, 26, New York, 1991, p. 5-48.



b



d



a



c

Pl. 1. — Le trésor de Tôd – a: coupe en argent reconstituée; b: 2 chaines lingot d'argent n° inv. E15204 et 15210; c: coupes pilées; d: 7 lingots et bracelet en argent.

ANALYSE DU TRÉSOR DE TÔD

Michel MENU
Laboratoire de recherche des musées de France

Introduction

La recherche de l'origine et du commerce des matières premières a trouvé ces dernières années un essor particulier. Les analyses des métaux avec les méthodes de plus en plus précises et sensibles de la science des matériaux semblent ne devoir fournir que des pistes pour les recherches sur les technologies anciennes. Elles vont fournir les recettes de fabrication des alliages, et redécouvrent les innovations techniques des anciens artisans soucieux d'obtenir un métal mieux adapté aux fonctions de l'objet réalisé ou aux conditions de réalisation de celui-ci. Les alliages traduisent aussi d'une certaine manière l'économie d'une civilisation, d'un peuple, d'un royaume à un moment de son histoire. Pour l'Égypte, par exemple, on envisage aux périodes les plus anciennes que l'or ait été associé à l'argent pour économiser ce dernier métal rare et plus précieux. L'analyse de la composition physicochimique fournit, par la recherche des éléments traces et des impuretés, une «carte d'identité» qui permet de regrouper les objets d'un même lot entre eux, d'opérer des regroupements et grâce à certains éléments que l'on sait mieux interpréter par les modèles de transformation du métal on peut formuler de premières hypothèses pour retrouver l'origine des matières premières; l'or en particulier dont le rapport à l'argent n'est pas modifié pendant toutes les opérations que celui-ci a subies fournit un indicateur précieux pour pister la provenance du métal. Mais c'est surtout grâce aux isotopes du plomb, que les recherches de provenance ont connu un succès incontestable depuis les travaux pionniers de Brill et Wampler (1965), et le développement de ces dernières années atteste de la puissance de cette méthode qui a eu un impact considérable sur

l'archéologie, comparable à celui de la datation grâce au carbone 14. Dans le monde méditerranéen particulièrement, plusieurs équipes se complètent pour établir progressivement la carte régissant le commerce des métaux.

L'analyse du trésor de Tôd n'a pas d'autre objectif. L'analyse élémentaire vise à retrouver le type de minerai qui a été exploité pour produire le métal, vérifier l'homogénéité éventuelle du trésor. La détermination isotopique du plomb sur quelques échantillons, pris parmi les plus significatifs tente de répondre aux questions que l'on se pose sur les origines du trésor.

Exposé du problème, les origines potentielles de l'argent en Égypte:

Pour l'Égypte, l'opinion la plus communément admise est qu'il n'existe pas d'argent aisément disponible, ainsi que l'explique la philologie [Lucas, 1962, Mishara et Meyers, 1974]. L'argent était très prisé aux périodes anciennes (jusqu'au Moyen Empire) et était plus rare que l'or [Harris, 1961]. Même aux périodes plus récentes, l'argent possédait une valeur incontestablement supérieure en Égypte que pour les autres régions de la Méditerranée [Gale et Stos-Gale, 1981]. La philologie apporte encore des pistes pour comprendre le statut de cette matière en Égypte. Jusqu'à la XVIIIème dynastie, il n'y a pas de mention de provenance du métal. À la XIXème dynastie il est attesté que de l'argent ait été reçu en provenance de plusieurs régions d'Asie. L'argent aurait été reçu comme tribut sous forme de lingots et d'objets finis. Pour N.H. Gale et S. Stos Fale, l'influence syro-palestinienne et mésopotamienne ne semble pas faire de doute, mais l'argent ne peut pas venir de Syrie du Nord qui ne peut être considérée que comme une étape du commerce, pour ces auteurs, qui ont une grande expérience de la circulation du métal dans cette partie de la Méditerranée, le métal argent ne peut provenir que de minerais d'Asie Mineure mais aussi d'Iran.

Dans le principe six types minéralogiques différents sont susceptibles de fournir de l'argent métal:

- argent natif
- minerai d'argent

- galène argentifère
- minerais jarositiques
- alliages naturel or-argent (electrum)
- pyrites

Il n'existe en Égypte ni pyrites, ni jarosites, de telles sources sont à exclure, d'autant plus aux périodes anciennes correspondant au trésor de Tôd. Généralement, les pyrites sont plus riches en or qu'en argent, et la séparation des deux métaux s'effectue par le procédé de cémentation, découvert au milieu du Millénaire avant J.C. Les minerais jarositiques sont eux-mêmes riches en or (0.3 à 16%). L'argent natif n'est non plus guère probable, ni les autres minerais argentifères exploités à des périodes bien plus tardives: à l'époque classique grecque voire romaine.

L'electrum est par contre utilisé abondamment aux périodes les plus anciennes jusqu'à la XVIIIème dynastie [Lucas, 1962, Mishara et Meyers, 1974, Gale et Stos-Gale, 1981]. Les résultats peuvent aussi être interprétés dans le sens où l'or aurait été associé à l'argent pour économiser ce dernier métal considéré comme plus précieux.

La plupart de l'argent était obtenu par coupellation au plomb du métal, soit le minerai de plomb, généralement de la galène, était argentifère, soit le minerai argentifère était fondu avec de grandes quantités de plomb. Lors de la coupellation, l'argent se libère de la plupart de impuretés (cuivre, antimoine, arsenic, étain, fer, zinc, etc...). Seul le bismuth se dissocie moins efficacement de l'argent par ce procédé. L'or, en revanche, subsiste tel qu'il se trouvait dans le minerai d'origine et peut de ce fait préciser la provenance du métal, ainsi il est connu que pour le Laurion le rapport or/argent est de l'ordre de 1/1000 alors que pour Thasos ce même rapport est dix fois plus faible.

Un argent obtenu par coupellation se caractérise par des concentrations en plomb comprises entre 0.05 et 2.5%, en bismuth comprises entre 0.01 et 1%, sans que ces rapports ne puissent être directement reliés aux minerais d'origine, mais plutôt aux conditions mêmes de la coupellation. Les teneurs en cuivre sont dans ce cas toujours inférieures à 0.5% et les teneurs en or comprises entre 0 et 0.5%.

Analyse du métal de Tôd

53 échantillons de métal ont été prélevés afin d'être analysés par spectrométrie d'émission dans l'UV avec source à plasma à arc: chaque maillon des 9 chaînes-lingots, sept lingots et un bracelet spiralé ont été étudiés, de même que les deux seules coupes où le prélèvement fut possible. L'analyse effectuée fournit les teneurs précises d'une quinzaine d'éléments chimiques principaux (Silicium, Manganèse, Fer, Colbalt, Nickel, Cuivre, Zinc, Arsenic, Cadmium, Étain, Antimoine, Or, Mercure et Plomb) associés à l'argent dans le but de préciser l'origine et les transformations subies par le métal. Les limites de détection sont de l'ordre de quelques dizaines de ppm en masse (ppm: partie par million soit 1 milligramme par kilogramme) avec une erreur relative d'environ 5%.

Le rapport des teneurs 0r/Argent n'est pratiquement pas modifié après les opérations de purification, et est représentatif du minerai originel.

Les teneurs en or sont toutes inférieures à 0.641%. Ceci indique qu'aucune des pièces n'a été faite en electrum, alliage naturel d'or et d'argent qui fut, comme nous l'avons mentionné plus haut, fréquemment utilisé en Égypte jusqu'à cette période.

La majorité des objets présentent des concentrations en plomb et en bismuth telles que nous pouvons considérer que l'ensemble des objets a été obtenu par coupellation d'un minerai argentifère. Ce premier résultat appuie l'hypothèse d'une provenance du métal étrangère à l'Égypte.

Les résultats indiquent par la variété des spectres d'impuretés, la pluralité de l'origine de l'argent; cette diversité s'observe pour les maillons d'une même chaîne. Avant d'interpréter globalement les résultats, nous allons passer en revue les quatre principaux éléments chimiques associés à l'argent.

Or

La valeur moyenne des concentrations observées sur les 53 objets est relativement faible (0.149%), l'histogramme de cet élément [Fig. 1-a] montre par ailleurs que la plupart des objets ont une concentration inférieure à 0.2%. Deux objets ont une teneur

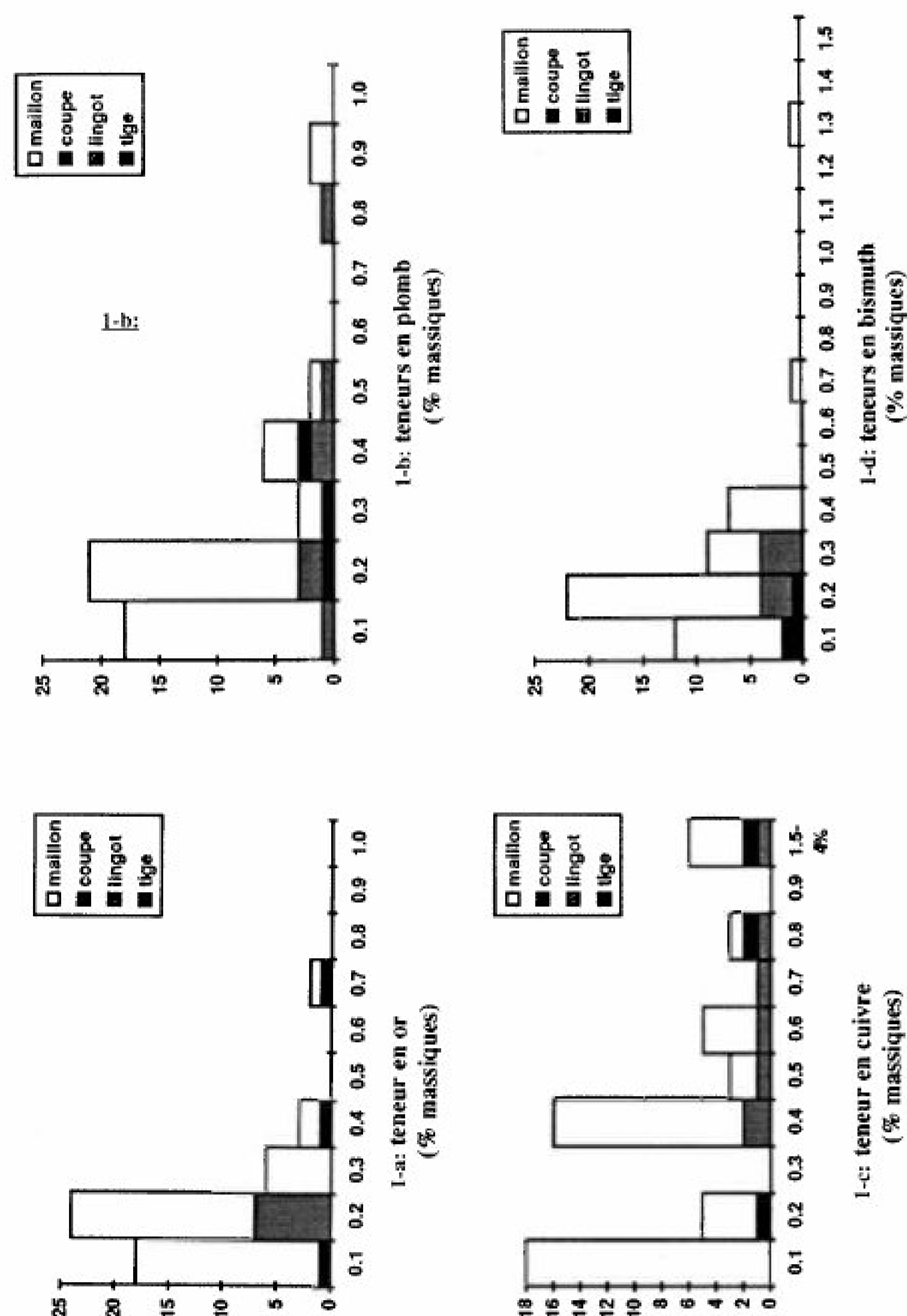


Fig. 1. — Histogrammes de l'or, du cuivre, du plomb et du bismuth des 53 objets en argent du trésor de Tôd analysés par spectrométrie d'émission dans l'ultra-violet.

en or en-deçà la limite de détection de notre analyse, soit 20 ppm (maillon de chaîne n° 9 et du bracelet spiralé n° 48). A l'opposé, deux objets contiennent des concentrations élevées en or par comparaison avec l'ensemble:

maillon n° 4 0.626%

coupe n° 52 0.641% (l'autre coupe n° 53, avec 0.325% a également une teneur particulièrement élevée).

Plomb

Les teneurs représentées par l'histogramme [Fig. 1-b] indiquent que l'ensemble des pièces du trésor de Tôd est constitué d'argent provenant de galène argentifère. La teneur moyenne en argent est somme toute assez faible (valeur moyenne égale à 0.17%) et la plupart des objets se situe en dessous de 0.2%; les conditions de la coupellation permirent donc une bonne purification du métal, les impuretés étant entrainées sous forme d'oxydes dans la coupelle; Sur les 14 objets qui présentent une teneur supérieure à 0.2%, on peut distinguer les deux chaînons n° 9 et 29 qui possèdent des teneurs exceptionnellement élevées dans le contexte, respectivement 0.847 et 0.843%.

Cuivre

L'histogramme de cet élément [Fig. 1-c] partage l'ensemble des objets en trois groupes bien distincts.

23 objets, pour lesquels la teneur est inférieure à 0.2% (valeur moyenne 0.07%), le cuivre est ici une impureté résiduelle du métal.

7 objets présentent une teneur supérieure à 1%. (de 1.5 à 4%). Le cuivre est délibérément allié à l'argent pour modifier les propriétés physiques et mécaniques du métal, le cuivre en particulier durcit très notablement l'argent. Cette technique est attestée dès l'époque prédynastique [Gale et Stos-Gale, 1981].

23 objets enfin présentent une teneur intermédiaire comprise entre 0.3 et 0.8% (valeur moyenne 0.46%). On ne peut guère dégager une conclusion d'ensemble pour ce sous-groupe, le cuivre peut dans certains cas provenir du métal moins purifié, il peut aussi être ajouté comme fondant au métal, comme par exemple sur

le lingot 51 où le plomb et le bismuth sont présents à des niveaux très faibles. Il peut s'agir aussi, enfin, d'une conséquence de refonte avec un mélange possible de métaux de plusieurs origines.

Bismuth

Le bismuth quand sa présence est associée au plomb dans l'argent confirme l'emploi de la coupellation pour affiner ou isoler le métal. Sur l'ensemble des objets, la teneur est généralement comprise entre 0.05 et 0.25% Deux chaînons (N° 9 et 39) se distinguent par leur concentration très élevée (0.683 et 1.34%).

L'histogramme du bismuth [Fig. 1-d] permet une répartition des échantillons dans plusieurs groupes de signature chimique caractéristique. Nous retrouvons à l'une des extrémités les métaux riches en bismuth déjà mentionnés. A l'autre, 5 chaînons ont des teneurs en bismuth très faibles, en même temps que des teneurs en plomb, cuivre et or peu élevées. On suggère que pour ces cinq objets, le processus d'affinage du métal ait été différent, les teneurs en plomb sont, en effet, à l'extrême limite inférieure où l'on puisse considérer que l'on ait à faire à la coupellation d'un minerai argentifère, peut-être s'agit-il ici d'un minerai natif d'argent, rare, comme nous l'avons vu plus haut.

Si nous retenons ce critère, il en est de même pour le chaînon 44, qui n'a comme seul caractéristique d'être allié au cuivre, et alors il en est peut-être également de même pour le chaînon 38 où le plomb présent pourrait tout à fait être la conséquence de l'association de l'argent au cuivre, un cuivre associé à 10% de plomb (comme il en existe somme toute fréquemment en Égypte à cette période) apporterait de telles impuretés au métal; ce qui affaiblit cette hypothèse c'est l'absence d'étain qui est aussi un constituant habituel des alliages cuivreux.

Le bismuth, comme les autres éléments singularisent les deux coupes analysées, il se confirme ainsi que le métal pour ces deux objets est d'une autre nature, d'une autre origine.

Autres impuretés

En ce qui concerne les autres éléments, on peut noter le fer dont la teneur varie de 10 à 1000 ppm, mais dont la présence est délicate à interpréter et qui ne permet guère d'opérer des regroupements signifiants. Le cobalt, le zinc, le nickel, le sodium et l'antimoine sont absents, il en est de même pour le calcium, à la notable exception de la coupe 52.

Enfin le taux d'étain est inférieur à 10 ppm, exception faite de 5 objets: les quatre chaînons 24, 35, 36 et 43 (étain compris entre 0.08 et 0.12%) et le lingot 50 avec une teneur particulièrement élevée (0.563%).

Conclusions

L'argent est obtenu majoritairement pour le trésor de Tôd par coupellation d'un minerai argentifère. Les 9 chaînes lingots sont constituées d'éléments rassemblés pour la circonstance. Chaque chaînon présente en effet une signature chimique spécifique qui souligne une nature, voire une origine différente du métal.

La composition chimique est somme toute très homogène sur l'ensemble du trésor et confirmerait le rôle de lingot des chaînes, utile pour la refonte et la fabrication d'objets comme l'indique la présence de véritables lingots, de même signature chimique.

Le cuivre, exceptionnellement allié à l'argent, est le métal le plus fréquemment associé pour faciliter la fonte et durcir le métal et faciliter le travail de martellage. C'est pourquoi, l'on retrouve du cuivre sur les deux seules coupes que nous avons pu analyser. Nous avons vu que ces deux objets se distinguaient par ailleurs notablement de l'ensemble du trésor, par la nature du métal et par son origine.

Provenance du métal grâce aux isotopes du plomb

Le plomb possède naturellement quatre isotopes. Trois d'entre eux sont l'aboutissement de chaînes radioactives de l'uranium et du thorium (^{208}Pb, ^{207}Pb, ^{206}Pb), seul le ^{204}Pb est un isotope stable. Pendant la formation du minerai, l'uranium et le thorium sont normalement séparés du plomb si bien qu'aucun nouvel isotope n'est produit et qu'on possède ainsi une sorte d'horloge

géologique qui s'est arrêtée lors de la formation du minerai. Les principes de l'analyse isotopique du plomb appliquée à l'étude archéologique des provenances sont bien définis (V. Colin, 1990, N.H. Gale, 1989, F. Begemann, E. Pernicka *et al.*, 1989 *etc.*)

Les rapports isotopiques du plomb sont caractéristiques à la fois de l'âge du minerai, de la concentration initiale en ^{204}Pb et des concentrations relatives du plomb et des isotopes de l'uranium et du thorium. La composition isotopique ne varie pas de façon significative pour un minerai donné. Il peut y avoir une variation notable des compositions isotopiques pour une même région si les minerais ont des âges géologiques différents, c'est le cas de la Sardaigne. Par contre, différents gîtes peuvent présenter des signatures isotopiques très voisines si leur formation est contemporaine, comme à Chypre par exemple. Les procédés d'affinage et de transformation du métal bouleversent la composition chimique et les teneurs d'éléments comme le cuivre, le plomb, le fer etc. observées dans le métal des objets finis sont très éloignées de celles de ces mêmes éléments dans le minerai d'origine. En revanche, comme les teneurs en or, les compositions isotopiques restent inchangées et fournissent ainsi un lien direct entre le minerai d'origine et le métal. Des difficultés liées aux réutilisations du métal, aux mélanges affaiblissent les performances de cette méthode et viennent compliquer l'interprétation des résultats.

Les trois rapports isotopiques utilisés ($^{208}Pb/^{206}Pb$, $^{207}Pb/^{206}Pb$ et $^{204}Pb/^{206}Pb$) ne varient pas à l'intérieur d'un même gîte de plus de 0.5% et peuvent être parfois inférieurs à 0.1%. Les résultats sont interprêtés usuellement à l'aide de représentations graphiques, par deux diagrammes binaires ($^{208}Pb/^{206}Pb$ et $^{204}Pb/^{206}Pb$ et fonction de $^{207}Pb/^{206}Pb$) qui peuvent être parfois synthétisés grâce aux programmes statistiques classiques d'analyse des correspondances [Sayre *et al.*, 1992].

L'analyse des teneurs isotopiques est entreprise à l'aide de spectromètre de masse à thermoïonisation [V. Colin, 1990] Plusieurs groupes de recherche travaillent sur le commerce du métal en Protohistoire en Méditerranée grâce à cette méthode: N.H. Gale et Z.A. Gale ont plus de 2000 résultats pris sur différentes îles de la

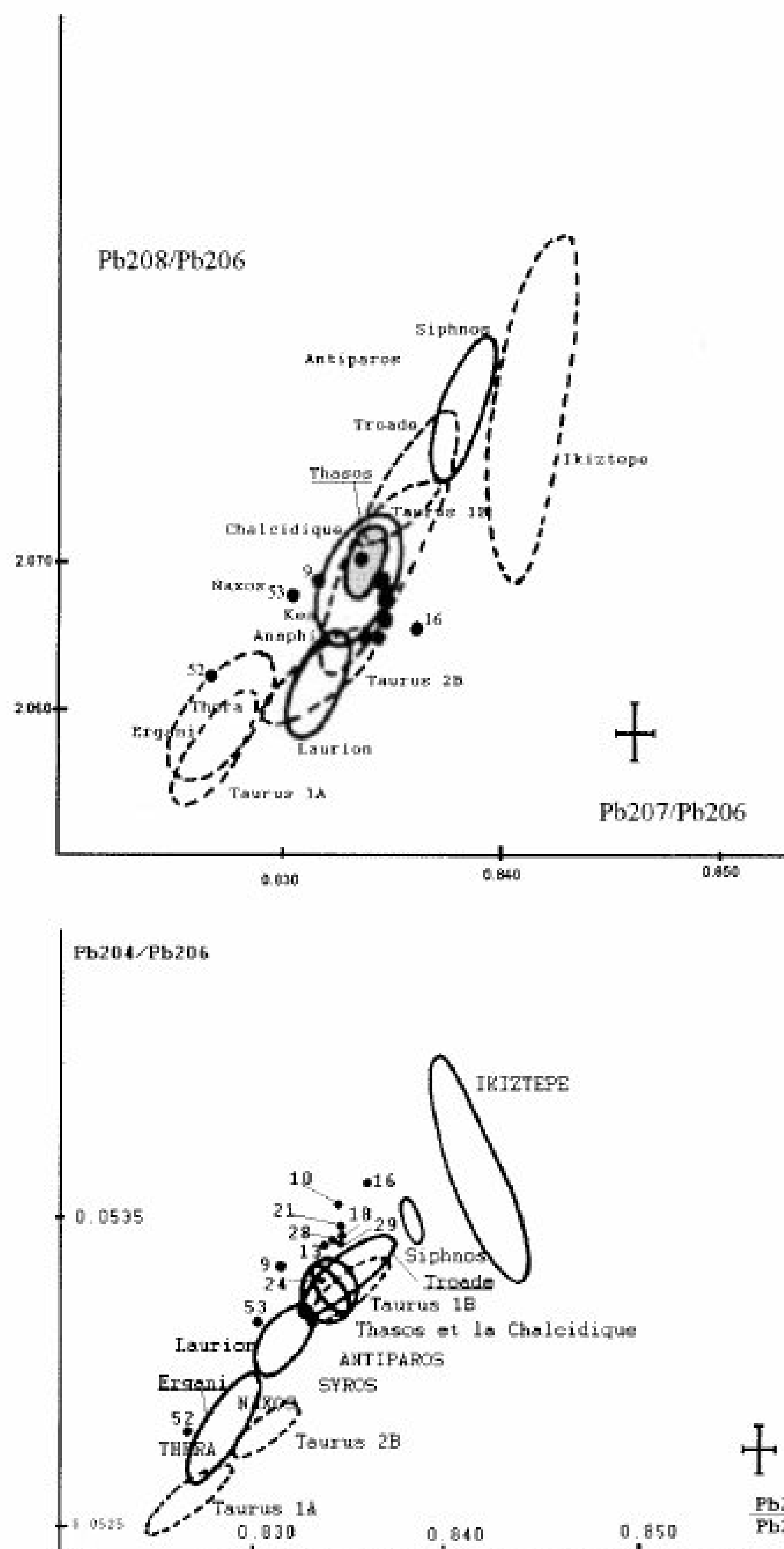


Fig. 2. — Diagrammes binaires des rapports isotopiques du plomb des 11 objets en argent de Tôd comparés avec les «régions» de référence du monde méditerranéen.

Mer Egée, de la Crète à Thasos; l'équipe allemande d'Heidelberg/Mayence (E. Pernicka, F. Begemann, S. Schmitt-Strecker, G.A. Wagner) fournit des résultats sur la Turquie (Troie, Hassek Höyük, etc.). Ce sont leurs résultats principalement qui fourniront la base de comparaison des résultats obtenus sur le métal du trésor de Tôd. Une autre équipe américaine a accumulé de nombreux résultats sur la métallurgie anatolienne à l'Âge du Bronze [Yener *et al.*, 1991].

Trois rapports sont nécessaires pour représenter les résultats. Généralement, ce sont ceux des isotopes sur le plomb 206 qui sert de base. Les résultats sont figurés par des diagrammes binaires $^{208}Pb/^{206}Pb$ en fonction de $^{207}Pb/^{206}Pb$ et $^{204}Pb/^{206}Pb$ en fonction de $^{207}Pb/^{206}Pb$. C'est sous cette forme que nous avons choisi de représenter les résultats, même si parfois le rapport inverse $^{206}Pb/^{204}Pb$ est choisi [Fig. 2].

Les résultats sur 11 objets en argent de Tôd qui présentent des teneurs en plomb élevées attestant le recours à la coupellation pour purifier le métal apportent des éléments intéressants pour retrouver l'origine du métal.

Les 11 objets du trésor analysés: 7 chaînons n° 9, 10, 13, 21, 28, 29, 2 lingots n° 16 et 18 et les deux coupes.

Ces résultats sont comparés à ceux acquis par ailleurs sur des objets de plusieurs origines du monde méditerranéen [cf. carte de la Fig. 3].

Jusqu'à présent peu de preuve d'une exploitation à l'Âge du Bronze. Seulement deux îles cycladiques, Siphnos, (pour le plomb et l'argent) et Kythnos (pour le cuivre) ont révélé des traces anciennes d'exploitation du métal au Bronze Ancien [Gale et Stos-Gale, 1982, Wagner et Weisgerber, 1985, Stos Gale 1989]. Au Laurion, les vestiges anciens sont enfouis dans les exploitations plus récentes, il est cependant communément admis que le Laurion a été une source de l'argent et du plomb dès l'Âge du Bronze. L'autre source égéenne est La Chalcidique et peut-être Thasos qui présente la même signature isotopique. La Turquie possède de nombreuses sources de minerais riches en argent, mais malheureusement peu de données sont aujourd'hui disponibles [Stos Gale et Macdonald 1991]. Les données fournies par l'équipe allemande (Wagner, Pernicka *et al.*) et

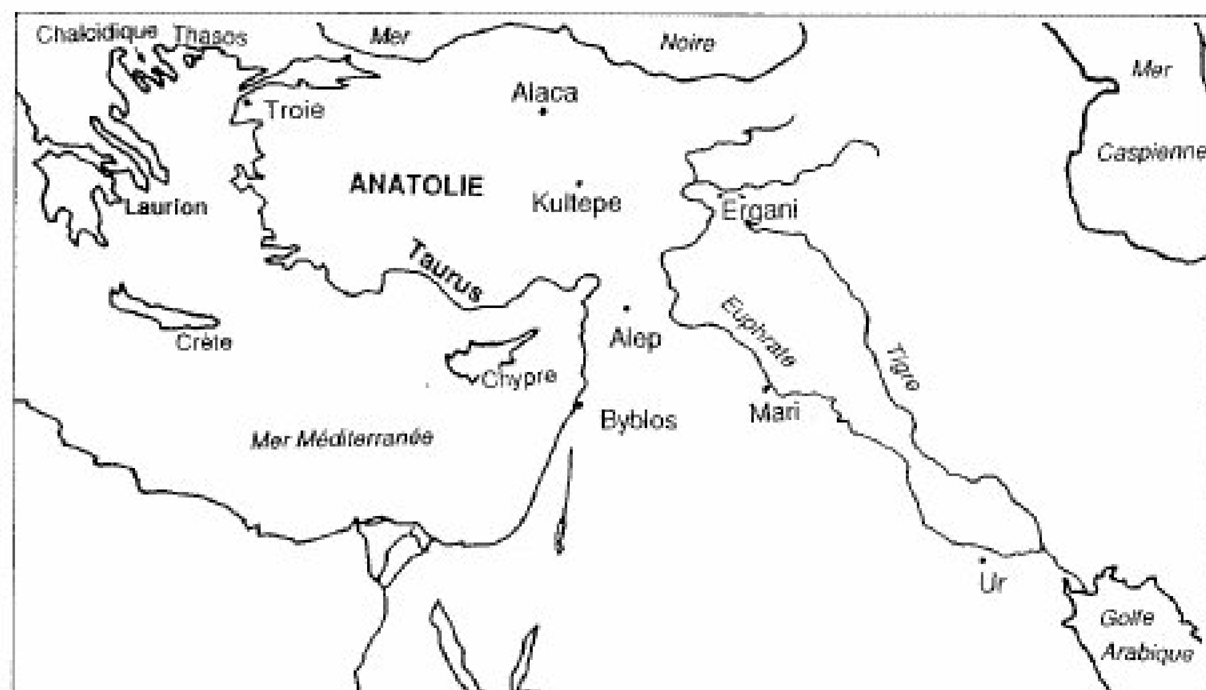


Fig. 3. — Carte du monde méditérranéen.

l'équipe turco-américaine [Yener *et al.*, 1991] servent de base pour une première comparaison et étayer les hypothèses.

Les résultats sont synthétisés par les deux diagrammes binaires des rapports isotopiques de la figure 2.

Le fait le plus marquant est le regroupement des résultats concernant les lingots et les maillons des chaînes lingots. Ce qui, au-delà de la variation de la composition chimique, semble indiquer une provenance commune pour l'ensemble de ces objets. Certes pas réalisés en même temps, les chaînes et les lingots ont été regroupés pour remplir les coffres du trésor de Tôd, dont la fonction échappe encore ici, métal prêt à fondre ou bien thésaurisation pure du métal. D'autre part, si il y a eu refonte ou mélange de métal, c'est entre des métaux d' origine commune ne changeant pas ainsi la signature isotopique finale.

L'homogénéité du trésor est donc bien confirmée par la signature isotopique du métal, les variations observées doivent être interprétées plus en terme de technologie qu'en terme de provenance. Dans le détail, on peut remarquer que le maillon 24 s'écarte du noyau des autres lingots, cet objet présentant en même temps une teneur plus élevée que la moyenne en or. D'autre part, le maillon 9 s'écarte également du centre mais nous avions déjà signalé le caractère singulier de cet objet à cause de l'absence d'or et des teneurs en cuivre, en bismuth et en plomb particulièrement élevées.

Les deux coupes s'écartent très nettement des autres objets. Cela confirme le caractère différent de ces objets que l'on avait déjà mentionné lors de l'interprétation de l'analyse chimique élémentaire. L'argent provient d'une autre origine.

Par comparaison aux résultats de référence on peut écarter sans problème les origines égyptienne et syrienne. On écarte également une possible origine d'Arabie saoudite (minerais de Ta'il et Muchalal), comme d'Assyrie ou bien encore d'Iran.

Par contre, les résultats se regroupent dans la zone correspondant au monde égéen et anatolien. Entre le Laurion et Siphnos pour la Grèce et la région de Troie et les monts Taurus du centre pour la Turquie.

Pour les chaînes-lingots regroupées, les meilleurs candidats sont donc d'une part La Chalcidique ou Thasos qui ont une signature isotopique identique. Ces résultats sont compatibles avec les teneurs très faibles relevées sur les mêmes objets en or. L'autre candidat est la région de Troie qui convient pour des raisons archéologiques évidentes si l'on considère le contenu du trésor. On pense ici au commerce qu'entretenaient les égyptiens avec le Proche Orient dont le naufrage de l'Ulu Burun au XIVème siècle avant J.C. permet de dresser les cartes de navigation [Bass, 1987].

Les deux coupes 52 et 53, comme ceci fut remarqué déjà à plusieurs reprises, s'écartent du lot: leur origine différente est attestée par leur signature isotopique du plomb.

Conclusion

Le trésor est relativement homogène par la constitution du métal et les résultats analytiques indiquent sans ambiguité l'emploi d'une galène argentifère. L'origine étrangère à l'Égypte du métal est confirmée par les résultats (pas d'electrum, signature isotopique). Deux groupes bien distincts sont mis en évidence avec des finalités peut-être différentes. D'un côté les lingots (stricto sensu ou les chaînes-lingots) sont en argent rarement allié au

cuivre et la signature isotopique se rapproche de celle de Thasos ou de La Chalcidique pour une hypothèse d'origine grecque ou bien anatolienne (Troie ou les Monts Taurus).

Les deux coupes analysées sont en argent avec un peu de cuivre pour faciliter le martelage, la signature isotopique différente, la teneur en or plus élevée que l'ensemble du trésor indiquent une origine spécifique du métal.

Remarque

Les analyses ont été effectuées en 1984 et ont été présentées au congrès international d'archéométrie de Washington. L'interprétation tient compte des résultats publiés depuis, en particulier ceux concernant l'Anatolie, candidat privilégié pour l'origine de la matière première.

Remerciements:

Les analyses élémentaires du métal ont été effectuées au Laboratoire de recherche des musées de France par L.P. Hurtel.

Les déterminations des rapports isotopiques du plomb ont été réalisées au CEA de Fontenay-aux-Roses sous la direction de Th. Berthoud.

BIBLIOGRAPHIE

K. ASSIMENOS, F. BEGEMANN, C. DOUMAS, E. PERNICKA, W. TODT, G.A. WAGNER (1983) *beiträge zur Herkunft Prähistorischen Bleis und Silbers aus der Agais*, Max Planck Institut für Kernphysik, Heidelberg V 37, pp. 1-17.

I.L. BARNES, W.R. SHIELDS, T.S. MURPHY et R.H. Brill (1974) Isotopic analysis of Laurion ores, *Archaeological Chemistry 138*, pp. 1-10.

G. BASS, 1987, Oldest known Shipwreck Reveals Splendors of the Bronze Age, *National Geographic, vol. 172, N° 6*, pp. 693-732.

F. BEGEMANN, S. SCHMITT-STRECKER, E. PERNICKA (1989) Isotopic composition of Pb in early metal artefacts: results, possibilities and limitations, *Old world archaeometallurgy*, A. Hauptmann, E. Pernicka, G.A. Wagner éditeurs, Bochum, Der Anschnitt, Beiheft 8, pp. 269-278.

F. BEGEMANN, S. SCHMITT-STRECKER, E. PERNICKA (1992) The metal finds from Thermi III-V: a chemical and lead-isotope study, *Studia Troica, Band 2*, pp. 219-239.

Th. BERTHOUD, J. FRANÇAIX (1980) *Contribution à l'étude de la métallurgie de Suse aux IV et III millénaires*, Publ. CEA-DMF, Paris, p. 177.

R.H. BRILL et J.M. WAMPLER (1965) Isotope ratios in archaeological objects of lead, *Application of science in examination of works of art*, W.J. Young éditeur, Boston, USA, pp. 155-166.

V. COLIN (1900) *Etude des bronzes archéologiques de l'âge du Bronze provenant du site de Fort-Harrouard: analyse élémentaire et analyse isotopique du plomb, relation avec les minerais et les procédés métallurgiques*. Thèse de doctorat d'université en chimie analytique, Université Paris VI.

N.H. GALE (1989) Lead isotope studies applied to provenance studies — a brief review, *Archaeometry, Proc. 25th Intern; Symp.*, Y. Maniatis éditeur, Elsevier, pp. 469-502.

N.H. GALE et Z.A. STOS FERTNER (1978) Lead isotope composition of Egyptian artefacts, *MASCA Journal 1*, pp. 19-21.

N.H. GALE et A.A. STOS GALE (1981) Ancient Egyptian Silver, *Journal of Egyptian Studies 67*, pp. 103-115.

N.H. GALE et Z.A. STOS GALE (1982) Bronze age copper sources in the Mediterranean: a new approach, *Science 216*, pp. 11-19.

N.H. GALE et Z.A. STOS GALE (1982) Cycladic Mettalurgy, *The Prehistoric Cyclades:* contributions to a Workshop on Cycladic Chronology, Edimburgh, pp. 255-276.

J.R. HARRIS (1961) *Lexigraphical Studies in Ancient Egyptian Minerals*, Berlin, pp. 32-50.

A.A. HASSAN et F.A. HASSAN (1981) Source of Galena in Predynastic Egypt at Nagada, *Archaeometry 23*, pp. 77-82.

A. LUCAS (1962), *Ancient Egyptian Materials and Industries*, 4e Edition révisée par J.R. Harris, London.

V. MC GEEHAN-LIRITZIS et N.H. GALE (1988) Chemical and lead isotope analyses of Greek late Neolithic and early Bronze Age metals, *Archaeometry 30,2*, pp. 199-225.

J. MISHARA et P. MEYERS (1974) Ancient Egyptian Silver: a review, *Recent advances in science and technology of materials 3*, New-York, pp. 29-45.

C.C. PATERSON (1971) Native copper, silver and gold accessible to early metallurgists, *American Antiquity 36*, pp. 286-341.

E. PERNICKA, F. BEGEMANN, S. SCHMITT-STRECKER et A.P. GRIMANIS (1990) On the composition and provenance of metal artefacts from Poliochni on Lemnos, *Oxford Journal of Archaeology 9(3)*, pp. 263-298.

E. PERNICKA, W. GENTNER, G.A. WAGNER, M. VAVELIDIS, N.H. GALE (1981) Ancient lead and silver production on Thasos, Greece, *Revue d'Archéométrie suppl.*, pp. 227-237.

E. PERNICKA et G.A. WAGNER (1982), Lead silver and gold in ancient Greece: an archaeometric study. *PACT. Journal of the European Study Group on physical, chemical and mathematical techniques applied to archaeology 7*, pp. 419-425.

E. PERNICKA, G.A. WAGNER, K. ASSIMENOS, C. DOUMAS, F. BEGEMANN et W. TODT (1983), An analytical study of prehistoric lead and silver objects from the Aegean, *Proc. 22nd Intern. Symp. Archaeometry*, Bradford UK, pp. 292-302.

E.V. SAYRE, K.A. YENER, E.C. JOEL et I.L. BARNES (1992) Statistical evaluation of the presently accumulated lead isotope data from Anatolia and surrounding regions, *Archaeometry 34,1*, pp. 73-105.

S. SCHMITT-STRECKER, F. BEGEMANN, E. PERNICKA (199?) Chemische Zusammensetzung und Bleiisotopenverhältniss der Metallfunde vom Hassek Höyük, *Hassek Höyük, Naturwissenschaftliche Untersuchungen und lithische Industrie, Ist Forsch 38*, pp. 108-123.

Z.A. STOS GALE (1989) Cycladic copper metallurgy in *Old World Archaeometallurgy*. A. Hauptmann, E. Pernicka and G.A. Wagner (editors), (Bochum, Allemagne), pp. 279-292.

Z.A. STOS GALE (1992) The origin of metal objects from the early Bronze age site of Thermi on the island of Lesbos, *Oxford journal of Archaeology*.

Z.A. STOS GALE et N.H. GALE (1981) Source of galena, lead and silver in Predynastic Égypt, *Revue d'Archéométrie suppl.*, pp. 295-295.

Z.A. STOS-GALE et C.F. MACDONALD (1991) Sources of metals and trade in the Bronze age Aegean, *SIMA XC*, N.H. Gale éditeur, pp. 249-288.

G.A. WAGNER, W. GENTNER et H. GROPENGIESSER (1979) Evidence for Third Millenium lead-silver mining on Siphnos island (Cyclades), *Naturwissenschaften 66*, pp. 157-158.

G.A. WAGNER, E. PERNICKA, T.C. SEELIGER, I. LORENTZ, F. BEGEMANN, S. SCHMITT-STRECKER, C. EIBNER et O. OZTUNALI (1986-a), Geochemische und isotopische Characteristika früher Rohstoffquellen für Kupfer, Blei und Gold in der Turkei, *Jahrbuch des Romisch-Germanischen Zentralmuseums 33*, pp. 723-752.

G.A. WAGNER, E. PERNICKA, M. VAVELIDIS, I. BARANYI et Y. BASSIAKOS (1986-b) Archäometallurgische Untersuchungen auf Chalkidiki, *Der Anschnitt 5-6, 38*, pp. 266-186.

G.A. WAGNER et G. WEISGERBER (1985) *Silber, Blei und Gold auf Siphnos*. (Bochum).

K.A. YENER, E.V. SAYRE, E.C. JOEL, H. ÖZBAL, I.L. BARNES et R.H. BRILL (1991) Stable lead isotope studies of Central Taurus ore sources and related artifacts from Eastern Mediterranean Chalcolithic and Bronze Age sites, *Journal of Archaeological Science 18*, pp. 541-577.